

TURBINE BLADE

Publication number: JP63306208 (A)

Publication date: 1988-12-14

Inventor(s): FURANKU ANDORIYUU PITSUZU; AASAA ESU
WAANOTSUKU; ROJIYAA UORUTAA HEINITSUGU +

Applicant(s): WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP +

Classification:

- **international:** F01D5/30; F01D5/00; (IPC1-7): F01D5/30

- **European:** F01D5/30B

Application number: JP19880125628 19880523

Priority number(s): US19870053237 19870522

Also published as:

JP2877150 (B2)

EP0291725 (A1)

EP0291725 (B1)

US4824328 (A)

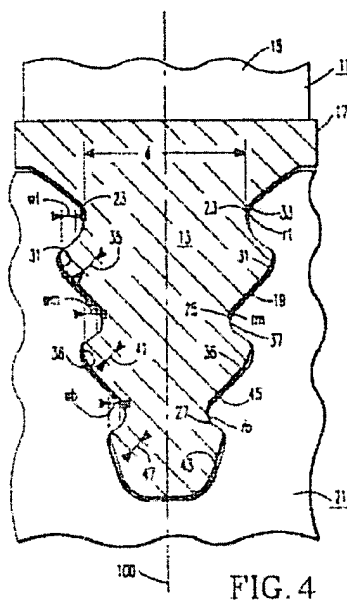
MX167502 (B)

more >>

Abstract not available for JP 63306208 (A)

Abstract of corresponding document: **EP 0291725 (A1)**

A root portion (13) of a side entry turbine blade (11) and steeples (110) that form attachment grooves (19) in a turbine rotor (21) have decreased land width projections wt, wm, and wb and increased fillet radii rt, rm and bm associated with each tang (31, 36 and 43 and 118, 124 and 130) on the turbine blade root (13) and steeples (110) to more uniformly distribute stress levels among the blade root and steeple tangs (31, 36 and 43 and 118, 124 and 130) and reduce breakage of cutting tools during the manufacture of the attachment grooves (19) in the turbine rotor (21).



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-306208

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)12月14日

F 01 D 5/30

7910-3G

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全21頁)

⑭ 発明の名称 タービン翼

⑯ 特 願 昭63-125628

⑰ 出 願 昭63(1988)5月23日

優先権主張 ⑱ 1987年5月22日 ⑲ 米国(US) ⑳ 053,237

㉒ 発 明 者	フランク・アンドリュ ー・ピッツ	アメリカ合衆国, フロリダ州, タイタスビル, ロング・レ イク・ドライブ 2857
㉓ 発 明 者	アーサー・エス・ワー ノック	アメリカ合衆国, ペンシルベニア州, ベツレヘム, ミシガ ン・コート 3515
㉔ 発 明 者	ロジャー・ウォルク ー・ヘイニツグ	アメリカ合衆国, フロリダ州, ココア・ビーチ, ヨット・ ヘブン 32
㉕ 出 願 人	ウエスチングハウス・ エレクトリック・コー ポレーション	アメリカ合衆国, ペンシルベニア州, ピッツバーグ, ゲイ トウェイ・センター (番地なし)
㉖ 代 理 人	弁理士 加藤 紘一郎	外1名

明 細 書

1. 発明の名称

タービン翼

2. 特許請求の範囲

(1) 対称面のまわりに対称的に形成され、タービン翼をロータに取付ける、両側がのこ歯状の尖塔の形をした側入口根元部であって、ロータが縦対称軸を有し、翼が根元部を越えて半径方向外方に延び、根元部はタービンのロータの周囲に配設された相補する尖塔状の溝内に嵌合でき、根元部の半径方向外端部に形成された上方のこ歯状部分が、根元部の両側に対称的に設けられた一对の上方タング、それぞれ距離 d の間隔を置き、曲率半径 r_t を有し、上方タングの半径方向外方に位置した一对の上方フィレット、及び関連のあるフィレットとタングとの間に設けられ、前記対称面と垂直でロータの前記対称軸と平行な平面への投影幅 w_t を有し、遠心力をタービン翼とロータとの間で伝える一对の上方ランドを含み、前記上方のこ歯状部分から半径方向内方に延びた中間のこ歯

状部分が、根元部の両側に対称的に設けられた一对の中間タング、それぞれ曲率半径 r_m を有し、根元部の各側の上方タングと中間タングとの間に位置した一对の中間フィレット、及びそれぞれ投影幅 w_m を有し、中間フィレットと中間タングとの間に位置して遠心力をタービン翼とロータとの間で伝える一对の中間ランドを含み、前記中間のこ歯状部分から半径方向内方に延びた下方のこ歯状部分が、根元部の両側に対称的に設けられた一对の下方タング、それぞれ曲率半径 r_b を有し、根元部の各側の中間タングと下方タングとの間に位置した一对の下方フィレット、及びそれぞれ投影幅 w_b を有し、下方フィレットと下方タングとの間に位置して遠心力をタービン翼とロータとの間で伝える一对の下方ランドを含み、局部ピーク応力を減じることにより遠心力、曲げモーメント及び振動の悪影響を軽減し、ロータの溝の形成中のバイトの破損を減じる設計が施されたのこ歯状タングを、翼の根元部に形成するように r_t が少なくとも $0.13d$ 、 w_t が $0.65r_t$ 以下、

r_m が少なくとも0.075d、 w_m が1.25 r_m 以下であることを特徴とする翼の側入口根元部。

(2) タービンのロータのまわりに円形の列状に設けられ、間にタービン翼の根元部を受入れる溝を画定する複数の尖塔状部であって、ロータに結合された各尖塔状部の下方の歯状部分が、尖塔状部の両側に対称的に設けられ、曲率半径 s_b を有する一対の下方タンク、各下方タンクとロータとの間に位置した下方フィレット、及びそれぞれ投影幅 w_b を有し、下方フィレットと下方タンクとの間に位置して遠心力をタービン翼とロータとの間で伝える二つの下方ランドを含み、ロータに対して半径方向に前記下方部分から延びた中間の歯状部分が、尖塔状部の両側に対称的に設けられた一対の中間タンク、それぞれ曲率半径 s_m を有し、下方タンクと中間タンクとの間に位置した一対の中間フィレット、及びそれぞれ投影幅 w_m を有し、中間フィレットと中間タンクとの間に位置して翼の根元部からの力を受ける二つの中間ラ

ンドを含み、ロータに対して半径方向に前記中間部分から延びた上方の歯状部分が、尖塔状部の両側に対称的に設けられた一対の上方タンク、それぞれ曲率半径 s_t を有し、中間タンクと上方タンクとの間に位置した一対の上方フィレット、及びそれぞれ投影幅 w_t を有し、上方フィレットと上方タンクとの間に位置して翼の根元部からの力を受ける二つの上方ランドを含み、局部ピーク応力を減じ、ロータの溝の形成の際バイトの破損を減じるよう設計された尖塔状部が形成されるように上方フィレットの曲率半径 s_t が少なくとも0.07dであり、dは上方フィレット間の尖塔状部の距離であることを特徴とするロータの尖塔状部。

(3) タービンのロータのまわりに円形の列状に設けられた両側がの歯状の複数の尖塔状部の間に形成されているロータの複数の溝のうちの1つの中にタービン翼を固定する両側がの歯状の側入口根元部であって、各尖塔状部が第1及び第2の対称な側部を有し、尖塔状部の側部がそれぞれ

、ロータから延びた下方ランド、下方ランドを越えてロータから外方に延びた中間ランド、及び中間ランドを越えてロータから外方に延び、根元部からの力を受ける上方ランドを含み、尖塔状部の各側部のランドがそれぞれ実質的に互いに平行関係にあり、尖塔状部の中間ランドが尖塔状部の上方ランドから距離 s_x の間隔をへだて、尖塔状部の下方ランドが尖塔状部の各側部の上方ランドから距離 s_y の間隔をへだて、前記根元部が尖塔状部の側部にそれぞれ対向して位置できる第1及び第2の対称な側部を有し、根元部の側部がそれぞれ、尖塔状部の上方ランドに隣接して位置できる上方ランド、尖塔状部の中間ランドに対向して位置できる中間ランド、及び尖塔状部の下方ランドに対向して位置できる下方ランドを含み、根元部の各側部のランドがそれぞれ実質的に互いに平行関係にあり、根元部の中間ランドが根元部の上方ランドから距離 r_x の間隔をへだて、根元部の下方ランドが根元部の上方ランドから距離 r_y の間隔をへだて、前記根元部を固定ロータの溝の中に

嵌合させたとき、根元部の上方ランドが尖塔状部の上方ランドから0.0001インチ以下の距離の間隔をへだて、根元部の中間ランドが尖塔状部の中間ランドから0.0009インチ以下の距離の間隔をへだて、根元部の下方ランドが尖塔状部の下方ランドから0.0008インチ以下の距離の間隔をへだてていることを特徴とする翼の側入口根元部。

(4) 根元部を隣り合った尖塔状部で形成された溝の中に嵌合させたとき、距離 s_x が0.6013インチ～0.6018インチ、 s_y が1.1420インチ～1.1425インチ、 r_x が0.6013インチ～0.6018インチ、 r_y が1.1420インチ～1.1425インチであることを特徴とする請求項第(3)項記載の根元部及び尖塔状部。

(5) タービンのロータのまわりに円形の列状に設けられた両側がの歯状の複数の尖塔状部の間に形成されているロータの複数の溝のうちの1つの中にタービン翼を固定する両側がの歯状の側

入口根元部であって、各尖塔状部が第1及び第2の対称な側部を有し、尖塔状部の側部がそれぞれ、ロータから延びた下方ランド、下方ランドを越えてロータから外方に延びた中間ランド、及び中間ランドを越えてロータから外方に延び、根元部からの力を受ける上方ランドを含み、尖塔状部の各側部のランドがそれぞれ実質的に互いに平行関係にあり、尖塔状部の中間ランドが尖塔状部の上方ランドから距離 s_x の間隔をへだて、尖塔状部の下方ランドが尖塔状部の各側部の上方ランドから距離 s_y の間隔をへだて、前記根元部が尖塔状部の側部にそれぞれ対向して位置できる第1及び第2の対称な側部を有し、根元部の側部がそれぞれ、尖塔状部の上方ランドに隣接して位置できる上方ランド、尖塔状部の中間ランドに対向して位置できる中間ランド、及び尖塔状部の下方ランドに対向して位置できる下方ランドを含み、根元部の各側部のランドがそれぞれ実質的に互いに平行関係にあり、根元部の中間ランドが根元部の上方ランドから距離 r_x の間隔をへだて、根元部の下

方ランドが根元部の上方ランドから距離 r_y の間隔をへだて、前記根元部を固定ロータの溝の中に嵌合させたとき、根元部の上方ランドが尖塔状部の上方ランドから距離 g_t の間隔をへだて、根元部の中間ランドが尖塔状部の中間ランドから距離 g_m の間隔をへだて、根元部の下方ランドが尖塔状部の下方ランドから距離 g_b の間隔をへだてているが、 g_m 及び g_b は所定の大きさだけ異なっていることを特徴とする翼の側入口根元部。

(6) g_t はゼロではないことを特徴とする請求項第(5)項記載の根元部及び尖塔状部。

(7) 根元部の上方ランドと尖塔状部の上方ランドとの間の距離はタービン作動中はゼロであることを特徴とする請求項第(6)項記載の根元部及び尖塔状部。

(以下 余 白)

3. 発明の詳細な説明

本発明は、翼を備えたタービンに関し、特に側入口タービン翼の根元部をタービンのロータの溝の中に固定する改良型装置に関する。

蒸気タービン又はガスタービンのようなタービンでは、複数の回転可能な翼が軸方向に整列したタービン・ロータのまわりに円形の列状に設けられ、翼はそれぞれロータから半径方向に延びている。翼列はタービン内を軸方向に流れる作動流体の力を受け、それによりロータ及び翼列が回転する。作動中、回転翼は遠心力によって生じる擬似定常状態の応力及び作動流体によって生じる曲げモーメントを受ける。タービン起動時及び停止時に上記擬似定常状態の応力の発生及び消失が周期的に繰り返されることにより翼の付属構造の低サイクル疲労が生じる。その上、翼の振動により相当大きな応力が付属構造に作用するので高サイクル疲労が生じることになる。

本発明の目的は、遠心力、曲げモーメント及び振動に起因して生じる局部ピーク応力を減じるこ

とにより、付属構造の一体性に及ぼす遠心力、曲げモーメント及び振動の悪影響を軽減するロータへのタービン翼の改良型取付け装置を提供し、ロータの溝の形成の際のバイトの破損率を低下させることにある。

本発明の一般化された態様では、タービン翼の根元部の改良型設計及びタービンのロータへの溝の改良型配設設計が提供される。特許請求の範囲に記載された本発明は、一体シュラウド及びブラットホームを有する翼、互いに取付けられていない翼、非一体シュラウドによって接合されている翼及びブラットホームのない翼と連携して用いられる。

本発明は、第1図、第2図、第3図及び第4図に示すような真直ぐな側入口翼の根元部及びロータの溝、並びに例えば、関連のあるエアフォイル部分の弧形状をほぼたどるように第2図及び第3図の横断面図と垂直な方向に円弧をたどる湾曲側入口翼及び湾曲ロータ・溝に用いることができる。或る一つの態様では、本発明によりランド部

の幅を狭め、タービンの翼の根元部に形成されたタング又はテノンのそれぞれと関連のあるフィレットの曲率半径を大きくすることによって翼付属構造の応力レベルが減少する。加えて、フィレットの曲率半径はそれぞれ、応力レベルを翼の根元部のタング間で一層均一にするように定められている。ランド部の幅の減少は、ランド部接触応力を所定の設計の翼について従来技術において生じるランド部接触応力よりも高くすることによって達成される。

第1図及び第4図は蒸気タービンで使用される真直ぐな側入口タービン翼11を示し、このタービン翼11は根元部13、エアフォイル部15及び根元部13とエアフォイル部との間に位置したブラットホーム部を有している。第2図及び第3図にさらに示すように、側入口翼の根元部13は両側においてのこ歯状になっているが、対称面18に沿って全体的に尖塔状になっている。根元部13は長さ方向回転軸線22を有するタービンのロータ21に形成された相補形状の溝19に嵌合

しているので11は擬似定常状態の応力及び動応力に抗した状態で固定されている。蒸気タービンの多くの側入口翼の根元部は遠心力に耐え、しかも曲げ剛性が高くなるように上方のこ歯状部分23と中間のこ歯状部分25と下方のこ歯状部分とから成っている。

上方のこ歯状部分23は翼のブラットホーム部17に隣接した状態で根元部13の両側に設けられた2つの上方タング31を含む。それぞれ曲率半径 r_t を有する2つの上方フィレット33が根元部13の両側で距離 d の間隔をへだて、フィレット33はそれぞれ上方タング31とブラットホーム部17との間に位置している。隣り合った上方フィレット33と上方タング31との間にそれぞれ位置した2つの上方ランド35がタービン作動中に力を根元部の上方のこ歯状部分23からロータ21へ伝える。

中間のこ歯状部分25はブラットホーム部17から遠ざかる方向に上方部分23から延びているが、翼の根元部13の両側に対称的に位置した2

つの中間タング36及びそれぞれ上方タング31と中間タング36との間で根元部13の各側に位置した2つの中間フィレット37を有している。隣り合った中間フィレットと中間タング36との間にそれぞれ2つの中間ランド41がタービン作動中に力を根元部の中間のこ歯状部分25からロータ21に伝える。

ブラットホーム部17から遠ざかる方向に中間部分25から延びた根元部下方のこ歯状部分27は、同様に根元部13の両側に位置した2つの下方タング43、それぞれ中間タング36と下方タング43との間に位置した一对の下方フィレット43及び隣り合った下方フィレット45と下方タング43との間に位置して、タービン作動中に力を下方のこ歯状部分27からロータに伝える一对の下方ランド47を含む。

従来、タング31、36、43に作用する曲げモーメント及びこれに起因して生じる応力を最少限に抑えるために曲率半径 r_t を $0.09d$ 未満の値、同 r_m を $0.05d$ 未満の値、同 r_b を $0.05d$ 未満の値に制限することが通常行なわれている。というのは、曲率半径を大きくするためにはランドを対称面18に関してタングに沿って外方に設ける必要があるが、その結果としてランドのタングまわりの曲げモーメントが増大し、曲率半径を大きくする意味がなくなってしまうからである。タングに作用する曲げモーメントを増大させないでフィレットの曲率半径を大きくする一手法としてランドの投影幅を減じることが提案されている。ランドの投影幅はランドを対称面18と垂直で且つロータの軸線と平行な平面に投影させたときのランドの幅である。従来、ランド35に作用する圧力が増大するとこれらと連携したタング31が圧潰し根元部13がロータの溝19から抜け出るので上方ランド35についてはランド投影幅を $0.67r_t$ 以下にすることができないと考えられている。同様な理由で中間ランド41、下方ランド47の投影幅はそれぞれ $1.38r_m$ 、 $1.38r_b$ 以下には減じられていない。しかしながら、従来実施されていた工学的設計とは

、 $0.5d$ 未満の値に制限することが通常行なわれている。というのは、曲率半径を大きくするためにはランドを対称面18に関してタングに沿って外方に設ける必要があるが、その結果としてランドのタングまわりの曲げモーメントが増大し、曲率半径を大きくする意味がなくなってしまうからである。タングに作用する曲げモーメントを増大させないでフィレットの曲率半径を大きくする一手法としてランドの投影幅を減じることが提案されている。ランドの投影幅はランドを対称面18と垂直で且つロータの軸線と平行な平面に投影させたときのランドの幅である。従来、ランド35に作用する圧力が増大するとこれらと連携したタング31が圧潰し根元部13がロータの溝19から抜け出るので上方ランド35についてはランド投影幅を $0.67r_t$ 以下にすることができないと考えられている。同様な理由で中間ランド41、下方ランド47の投影幅はそれぞれ $1.38r_m$ 、 $1.38r_b$ 以下には減じられていない。しかしながら、従来実施されていた工学的設計とは

対照的に、ランド37、41、47の投影幅を上記限度よりも大幅に狭くし、例えば上方ランド35、中間ランド41、下方ランド47の投影幅をそれぞれ0.52rt、1.04rm、0.98rbまで減じることができるということが分った。その理由はランドの付近の応力の状態が根元部13内の三軸圧縮応力状態であるからである。この応力状態はタングの構造的な降伏を防ぐことが知られている。

実験により確認されたこととして、これらランドの投影幅を適当にとれば、圧潰及び抜出しの原因となる望ましくない程度の降伏は生じない。かかる実験から、局部ピーク応力を減じ、ロータの溝の形成の際のバイトの破損を減じる設計を行なうことにより遠心力、曲げモーメント及び振動の悪影響を軽減する翼根元部を構成するために根元部に係る以下の寸法上の比率が定められた。これらの比率は、rtが少なくとも0.13d、wtが0.65rt以下、rmが少なくとも0.075d、wmが1.25rm以下、rbが少なくと

も0.075d、wbが1.25rb以下である。

第5図は、幾つかの実施例における本発明の根元部の設計をさらに規定するために用いられるパラメータ間の関係を示す翼の根元部の輪郭図である。特定の実施例は後掲の表に記載されたパラメータの数値に基いて構成される。

今、第5図を参照すると、翼の根元部の輪郭は原点Oを基準に定められる。直線L1が対称軸100に対して角度A2をなして原点の下方、CY2・secA2の距離のところに対称軸100と交わっている。直線L2は対称軸100に対して(A2-A1)の角度で差し向けられて直線L1から距離D3離れて位置する点で対称軸と交わっているが、この距離は直線L1と直角な方向で測定されている。直線L3が対称軸100と直角であって原点から上方に距離D1のところと交わっているが、この直線は根元部13とブラットホーム部17との接合部を表わしている。

直線L4が直線L1から測定して角度AN1で

原点から延びている。直線L5は直線L4と平行である、これから下方に距離Y1だけ離れて延びている。直線L6は直線L4と平行関係にこれから距離Y12だけ下方にある。直線L1から角度AN2で差し向けられた直線L7が直線L1とL4との交点から下方に距離Y3のところと直線L1と交差しているが、距離Y3は直線L1に沿って測定されている。直線L7と平行な直線L8が直線L1とL5との交点から距離Y7だけ下方のところと直線L1と交差しているが、距離Y7も直線L1に沿って測定されている。直線L9は対称軸100と直角であるが、直線L1とL6との交点から距離Y11だけ下方のところと直線L1と交差しており、距離Y11はこれ又直線L1に沿って測定されている。

直線L10は直線L9と平行関係にこれから距離D4だけ下方にある。直線L11は直線L2と平行にこれから距離D2だけ離隔しているが、直線L11は直線L2と原点Oとの間に位置している。半径がR1、中心が直線L3から距離CY3

、下方に位置する円弧が直線L11と接しているが、距離CY3は直線L3から垂直方向に測定されている。半径R2の円弧が直線L4及びL11と接し、この半径R2は第2図では「rt」として示されている。

半径R3の円弧が直線L11及びL1と、半径R4の円弧が直線L1及びL7と、半径R5の円弧が直線L7及びL2とそれぞれ接している。半径R6の円弧が直線L2及びL5と接しているが、この半径R6は第2図では「rm」で示されている。半径R7の円弧が直線L5及びL1と、半径R8の円弧が直線L1及びL8と、半径R9の円弧が直線L8及びL2とそれぞれ接している。R10の円弧が直線L2及びL6と接しているが、この半径R10は第2図では「rb」として示されている。半径R11の円弧が直線L6及びL1と、半径R12の円弧が直線L1及びL10とそれぞれ接している。

上記根元部13の公称輪郭は次のようにして決められる。すなわち、半径R1の円弧と直線L3

との交点からこの円弧を直線 L 1 1 との接点までたどり、次に、直線 L 1 1 を半径 R 2 の円弧との接点までたどり、次に、半径 R 2 の円弧を直線 L 4 との接点までたどり、次に、直線 L 4 を半径 R 3 の円弧との接点までたどり（この線分 L 4 は根元部の上方ランド 3 5 として先に示されている）、次に、半径 R 3 の円弧を直線 L 1 との接点までたどり、次に、直線 L 1 を半径 R 4 の円弧との接点までたどり、次に、半径 R 4 の円弧を直線 L 7 との接点までたどり、次に、直線 L 7 を半径 R 5 の円弧との接点までたどり、次に、半径 R 5 の円弧を直線 L 2 との接点までたどり、次に、直線 L 2 を半径 R 6 との接点までたどり、半径 R 6 の円弧を直線 L 5 との接点までたどり、直線 L 5 を半径 R 7 の円弧との接点までたどり（この線分 L 5 は先に根元部の中間ランド 4 1 として示されている）、次に、半径 R 7 の円弧を直線 L 1 との接点までたどり、次に、直線 L 1 を半径 R 8 の円弧との接点までたどり、次に半径 R 8 の円弧を直線 L 8 との接点までたどり、次に、直線 L 8 を半径 R 9

の円弧との接点までたどり、次に、半径 R 9 の円弧を直線 L 2 の接点までたどり、次に直線 L 2 を半径 R 1 0 の円弧との接点までたどり、次に、半径 R 1 0 の円弧を直線 L 6 を半径 R 1 1 の円弧との接点までたどり（この線分は先に根元部の下方ランド 4 7 として示されている）、次に、半径 R 1 1 の円弧を直線 L 1 との接点までたどり、次に、直線 L 1 を半径 R 1 2 の円弧との接点までたどり、次に半径 R 1 2 の円弧を直線 L 9 との交点までたどり、次に、直線 L 9 を根元部の中心線との交点までたどる。

新規な設計の根元部の一実施例に関して、数種のパラメータのそれぞれの数値は表 I に規定されているが、この表 I では線寸法は単位がインチで、角度は単位が度（°）で表わされ、L 3 はブラットホーム 1 7 の下面に相当している。翼がブラットホームを含まない変形例も表 I に示す数値で規定できるが、この場合に L 3 は翼のエアfoil部 1 5 と根元部 1 3 との接合部に沿う基準線であり、L 3 は対称軸 1 0 0 と直角である。

根元部の第 2 及び第 3 の変形例が表 I I に掲げた数値で規定されるが、この表 I I では線寸法は単位がインチで、角度は単位が度（°）で表わされており、L 3 はブラットホーム 1 7 又は翼のエアfoil部 1 5 と根元部 1 3 との接合部に沿う基準線のいずれかに相当する。

再び第 5 図を参照して説明すると、楕円形フィレットを含む第 4 の変形例が表 I I I に示す数値で規定されるが、この第 4 の変形例では、直線 L 1 を半径 R 1 2 の円弧との接点まで、R 1 2 の円弧を直線 L 9 との交点まで、そして直線 L 9 を根元部の中心線との交点までたどるのではなく、直線 L 1 を幾つかの「楕円形フィレットの X 座標及び Y 座標の点」（座標点の各対のうち第 1 の対は根元部の中心線から垂直に測った距離を示し、座標点の各対のうち第 2 の対は直線 L 1 0 から垂直上方に測った距離を示す）を通る滑らかな曲線の上端の点までたどり、次に、滑らかな曲線を直線 L 9 との交点までたどり、そして直線 L 9 を根元部の中心線との交点までたどる。この場合もまた

、表 I I I に規定された幾つかのパラメータのそれぞれの数値は線寸法の単位がインチ、角度の単位が度（°）で表わされている。第 4 の変形例では L 3 は翼のブラットホーム 1 7 の下面を示している。第 5 の変形例においても同様に第 5 図及び表 I I I に基づき、翼はブラットホーム 1 7 を含まず、直線 L 3 はこれ又、翼のエアfoil部 1 5 と根元部 1 3 との接合部に沿う基準線を示している。

再び第 5 図を参照するが、表 I V、V、V I 及び V I I はそれぞれ新規な設計の根元部のさらに別の変形例に係るパラメータの数値を掲げているが、これらの変形例では、その他の表で規定される実施例と同様、L 3 は翼のブラットホーム又は翼のエアfoil部 1 5 と根元部 1 3 との接合部に沿う基準線を示している。線寸法の単位はインチ、角度の単位は度（°）である。

フィレットの曲率半径を大きくすると共にランドの投影幅を減じることによりフィレットを補強するけれどもこれと関連のあるタンクに作用する

曲げモーメントを大きくしないようにするという本発明の思想を、タービンのロータ21のまわりに円形の列状に設けられ、タービンの翼の根元部13が嵌合される複数の溝19を形成する複数の尖塔状部110にも応用することができる。

第3図のロータの部分図に示すように尖塔状部110はタービン作動中に翼11から及ぼされる力に耐えるために、下方のこ歯状部分112、中間のこ歯状部分114及び上方のこ歯状部分116を含む。

下方のこ歯状部分112はロータ21と結合する位置にあり、また、尖塔状部110の両側に対称的に設けられた一对の下方タング118を含んでいる。それぞれ曲率半径が少なくとも $0.45d$ (d は第2図に示す互いに関連のある根元部の上方フィレット33間の距離である)の一对の下方フィレット120がそれぞれ下方タング118とロータ21との間に位置している。下方のこ歯状部分112も、下方フィレット120のそれぞれと翼の根元部からの力を受ける下方タング11

8との間にそれぞれ位置した一对の下方ランド122を含む。各下方フィレット120はそれぞれ下方ランド122の隣りに位置している。

翼の根元部の下方ランド47からの力を受けるような位置に設けることのできる2つの下方ランド122のそれぞれの投影幅は w_b である。尖塔状部の下方ランド122及びその他のランドの投影幅の決定及び測定は上述したように、また当業者にとって明らかなように、根元部のランド35、41又は47についての投影幅の決定及び測定と類似している。本発明によれば w_b は $1.75s_b$ 以下である。

中間のこ歯状部分114はロータの軸線22から見て半径方向外方に下方部分114から延びており、また、尖塔状部の両側に対称的に設けられた一对の中間タング124を含む。曲率半径 s_m が $0.05d$ よりも大きな一对の中間フィレット126がそれぞれ下方タング118と中間タング128との間に位置している。翼の根元部の中間ランド41からの力を受けるような位置に設ける

ことのできる2つの中間ランド128のそれぞれの投影幅 w_m は $1.75s_m$ 以下である。中間ランド128はそれぞれ、隣り合った中間フィレット126と中間タング124との間に位置している。

上方のこ歯状部分116はロータの軸線22から見て半径方向外方に中間部分114から延びており、また、尖塔状部の両側に対称的に設けられた一对の上方タング130を含む。曲率半径 s_t が少なくとも $0.7d$ 、好ましくは $0.8d$ の一对の上方フィレット132がそれぞれ中間タング124と上方タング130との間に位置している。根元部の上方ランド35からの力を受けるような位置に設けることのできる2つの上方ランド134のそれぞれの投影幅 w_t は $1.10s_t$ 以下である。上方ランド134はそれぞれ、隣り合った上方フィレット132と上方タング130との間に位置している。

尖塔状の溝の輪郭図である第5図は幾つかの実施例において本発明の尖塔状部の設計を一層明確

に定めるのに用いられるパラメータ間の関係を示している。特定の実施例は以下の表に掲げたパラメータの数値によって具体的に構成される。

今、第5図を参照すると、溝の輪郭はロータの溝19の対称軸200上に位置した原点Oを基準として定められる。直線 L_1 が対称軸に対して角度 A_2 をなして原点の下方、 $CY_2 \cdot \sec A_2$ の距離のところで対称軸200と交わっている。直線 L_2 は対称軸200に対して $(A_2 - A_1)$ の角度で差し向けられて直線 L_1 から距離 D_3 離れて位置する点で対称軸と交わっているが、この距離は直線 L_1 と直角な方向で測定されている。直線 L_3 が対称軸と直角であって原点から上方に距離 D_1 のところでこれと交わっているが、この直線 L_3 は根元部13とブラットホーム部17との接合部を表わしている。直線 L_4 が直線 L_1 から測り角度 A_{N1} で原点から延びている。直線 L_5 は直線 L_4 と平行である、これから下方に距離 Y_1 だけ離れて延びている。直線 L_6 は直線 L_4 と平行関係にこれから距離 Y_{12} だけ下方にある

。直線L1から角度AN2で差し向けられた直線L7が直線L1とL4との交点から下方に距離Y3のところまで直線L1と交差しているが、距離Y3は直線L1に沿って測定されている。直線L7と平行な直線L8が直線L1とL5との交点から距離Y7だけ下方のところで直線L1と交差しているが、距離Y7も直線L1に沿って測定されている。直線L9は対称軸と直角であるが、直線L1とL6との交点から距離Y11だけ下方のところで直線L1と交差しており、距離Y11はこれ又直線L1に沿って測定されている。

直線L11は直線L2と平行にこれから距離D2だけ離隔しているが、直線L11は直線L2と原点Oとの間に位置している。半径がR1、中心が直線L3から距離CY3、下方に位置する円弧が直線L11と接しているが、距離CY3は直線L3から垂直方向に測定されている。半径R2の円弧が直線L4と接している。

半径R3の円弧が直線L11及びL1と接しているが、この半径「st」として示されている。

半径R4の円弧が直線L1及びL7と、半径R5の円弧が直線L7及びL2と、半径R6の円弧が直線L2及びL5とそれぞれ接している。半径R7の円弧が直線L5及びL1と接しているが、この半径は先に「sm」として示されている。半径R8の円弧が直線L1及びL8と、半径R9の円弧が直線L8及びL2と、R10の円弧が直線L2及びL6とそれぞれ接している。半径R11の円弧が直線L6及びL1と接しているが、この半径は先に「sb」として示されている。半径R12の円弧が直線L1及びL10とそれぞれ接している。

溝19の公称輪郭は次のようにして決められる。すなわち、半径R1の円弧と直線L3との交点からこの円弧を直線L11との接点までたどり、次に、直線L11を半径R2の円弧との接点までたどり、次に、半径R2の円弧を直線L4との接点までたどり、次に、直線L4を半径R3の円弧との接点までたどり（この線分は尖塔状部110の上方ランド135として先に示されている）、次

に、半径R3の円弧を直線L1との接点までたどり、次に、直線L1を半径R4の円弧との接点までたどり、次に、半径R4の円弧を直線L7との接点までたどり、次に、直線L7を半径R5の円弧との接点までたどり、次に、半径R5の円弧を直線L2との接点までたどり、次に、直線L2を半径R6との接点までたどり、次に、半径R6の円弧を直線L5との接点までたどり、次に、直線L5を半径R7の円弧との接点までたどり（この線分は先に尖塔状部の中間ランド128として示されている）、次に、半径R7の円弧を直線L1との接点までたどり、次に、直線L1を半径R8の円弧との接点までたどり、次に半径R8の円弧を直線L8との接点までたどり、次に、直線L8を半径R9の円弧との接点までたどり、次に、半径R9の円弧を直線L2の接点までたどり、次に直線L2を半径R10の円弧との接点までたどり、次に、半径R10の円弧を直線L6を半径R11の円弧との接点までたどり（この線分は先に尖塔状部の下方ランド122として示されている）

、次に、半径R11の円弧を直線L1との接点までたどり、次に、直線L1を半径R12の円弧との接点までたどり、次に半径R12の円弧を直線L9との交点までたどり、次に、直線L9を溝の中心線との交点までたどる。

新規な設計の溝の輪郭に係る二つの実施例に関して、数種のパラメータのそれぞれの数値は表VII及びIXに規定されているが、これらの表では線寸法は単位がインチで、角度は単位が度（°）で表わされている。

さらに第5図及び第6図を参照して説明すると、楕円形フィレットを含む変形例が表X、XI、XII、XIII及びXIVに示す数値で規定されるが、これらの変形例では、直線L1を半径R12の円弧との接点までたどるのではなく、直線L1を幾つかの「楕円形フィレットのX座標及びY座標の点」を通る滑らかな曲線の上端の点までたどるが、これらの「X座標及びY座標の点」において、座標点の各対のうち第1の対は溝の中心線から垂直に測った距離を単位インチで示し、座

標点の各対のうち第2の対は直線19から垂直上方に測った距離を示している。次に、この滑らかな曲線を溝の中心線との交点までたどる。

隣接した根元部及び尖塔状部のランドの上方の対、中間の対及び下方の対に加わる荷重の分布を一層一樣にすることにより翼の根元部及びロータの尖塔状部のフィレット内の応力をさらに減少させることができる。従来、翼の根元部の上方ランドと尖塔状部の上方ランドとが接触していないときは翼が振動するおそれがあるので翼の根元部のランドに加わる荷重を均一に分布させる努力はなされなかった。これらのランドを互いに接触させるためには一般に従来型設計では速度がゼロの状態において根元部の上方ランド35と尖塔状部の上方ランド134との間には隙間がないことが必要である。しかしながら隙間をなくすると比較的高レベルの応力が上方ランド35、134及び上方フィレット33、132に生じることになり、また、これとは逆に低レベルの力が中間ランドの対41、128間及び下方ランドの対47、12

2間で伝えられる。ところが、速度がゼロの状態では上方ランドを互いに接触させる必要なく上方ランド35、134を作動速度で互いに接触させることができるということが判明した。中間ランドの対41、128の間及び下方ランドの対47、128の間を密にするためには尖塔状部及び根元部の上方ランドの対の間に僅かな隙間を形成することが有利である。これによりランド内の応力の分布が一層一樣になり、かくして翼の根元部13のピーク応力レベル及びロータの尖塔状部110のピーク応力レベルが減じられる。

今、第6図を参照すると、本発明の一実施例として、両側が対称な翼の根元部の片一方の側部をロータの尖塔状部110の相補形状の側部に嵌合させた状態が断面図で示されている。尖塔状部の上方、中間及び下方のランド134、128、122は、互いに実質的に平行関係にある実質的に平らな面である。同様に、根元部の上方、中間及び下方ランド35、41、47もまた、互いに平行関係にある実質的に平らな面である。根元部の

上方ランド35はタービン速度がゼロの状態では隣接した尖塔状部の上方ランドから最大0.003mmまでの範囲の距離 g_t 離れたところに位置するが、この距離範囲内では根元部及び尖塔状部の上方ランド35、134は作動速度で互いに確実に接触する。速度がゼロのときに翼の根元部のランドを隣接した尖塔状部のランドから上記範囲に従って隔てるとタービンの作動速度におけるランドのピーク応力の分布が従来技術よりも一樣になるということが判明した。さらに、間隙 g_b の数値の範囲とは異なる間隙 g_m の数値範囲を選択することにより、ランドの応力分布を、 g_m 及び g_b について同一の数値範囲が特定された設計の翼取付け構造で従来得られた応力分布よりも一層一樣にすることができるということが判明した。

尖塔状部の各側及び溝の各側の平行なランド間の間隙を選択して隣接した尖塔状部と根元部のランドとの間の距離を上記の範囲にすることができる。特に、根元部の上方ランド35、中間ランド41間の間隔 r_x を15.27mm～15.29

mmの範囲に、根元部の上方ランド35、下方ランド47間の間隔 r_y を29.01mm～29.02mmの範囲にするべきである。同様に、尖塔状部の上方ランド134、中間ランド128間の間隔 S_X を15.27mm～15.29mmの範囲に、尖塔状部の上方ランド134、下方ランド122間の間隔 s_y を29.01mm～29.02mmの範囲にするべきである。

次頁より表I～表XIVが続く。

(以下余白)

表 I

15.48	R1	上方ランド半径
4.32	R2	第1のランドの内半径
2.18	R3	第1のランドの外半径
2.18	R4	第2のランドの外逃げ半径
2.36	R5	第2のランドの内逃げ半径
2.36	R6	第2のランドの内半径
1.40	R7	第2のランドの外半径
1.40	R8	第3のランドの外逃げ半径
2.36	R9	第3のランドの内逃げ半径
2.36	R10	第3のランドの内半径
1.25	R11	第3のランドの外半径
3.81	R12	下方ランド半径
17.85	Y1	第1、第2ランドの表面間距離
4.00	Y3	上方ランドの外側厚さ
2.52	Y7	第2のランドの外側厚さ
8.00	Y11	下方ランドの外側厚さ
33.90	Y12	第1、第3ランドの表面間距離
74.97	CY2	外側構成角度の頂点の位置

-13.68	CY3	上方ランドの半径の中心位置
67.652368	AN1	ランド表面の角度
28.72232	AN2	ランドの下側角度
0.50	D1	外側の角度の測定点
1.19	D2	上方ランド半径のオフセット
4.78	D3	ランドの幅
0.25	D4	下オフセット距離
.853669	A1	内側構成角度
17.652368	A2	外側構成角度

表 II

13.24	R1	上方ランド半径
3.70	R2	第1のランドの内半径
1.87	R3	第1のランドの外半径
1.87	R4	第2のランドの外逃げ半径
2.02	R5	第2のランドの内逃げ半径
2.02	R6	第2のランドの内半径
1.20	R7	第2のランドの外半径
1.20	R8	第3のランドの外逃げ半径
2.02	R9	第3のランドの内逃げ半径
2.02	R10	第3のランドの内半径
1.06	R11	第3のランドの外半径
3.26	R12	下方ランド半径
15.28	Y1	第1、第2ランドの表面間距離
3.42	Y3	上方ランドの外側厚さ
2.16	Y7	第2のランドの外側厚さ
6.84	Y11	下方ランドの外側厚さ
29.01	Y12	第1、第3ランドの表面間距離
64.14	CY2	外側構成角度の頂点の位置

11.70	CY3	上方ランドの半径の中心位置
67.652368	AN1	ランド表面の角度
28.72232	AN2	ランドの下側角度
0.43	D1	外側の角度の測定点
0.97	D2	上方ランド半径のオフセット
4.09	D3	ランドの幅
0.22	D4	下オフセット距離
.853669	A1	内側構成角度
17.652368	A2	外側構成角度

表 III

15.48	R1	上方ランド半径
4.32	R2	第1のランドの内半径
2.18	R3	第1のランドの外半径
2.18	R4	第2のランドの外逃げ半径
2.36	R5	第2のランドの内逃げ半径
2.36	R6	第2のランドの内半径
1.40	R7	第2のランドの外半径
1.40	R8	第3のランドの外逃げ半径
2.36	R9	第3のランドの内逃げ半径
2.36	R10	第3のランドの内半径
1.25	R11	第3のランドの外半径
17.85	Y1	第1、第2ランドの表面間距離
4.00	Y3	上方ランドの外側厚さ
2.51	Y7	第2のランドの外側厚さ
8.28	Y11	下方ランドの外側厚さ
33.90	Y12	第1、第3ランドの表面間距離
74.97	CY2	外側構成角度の頂点の位置
13.68	CY3	上方ランドの半径の中心位置

67.652368	AN1	ランド表面の角度
28.72232	AN2	ランドの下側角度
0.50	D1	外側の角度の測定点
1.19	D2	上方ランド半径のオフセット
4.78	D3	ランドの幅
0.25	D4	下オフセット距離
.853669	A1	内側構成角度
17.652368	A2	外側構成角度

楕円形フィレット X、Y 座標点

根元部 X 座標点	根元部 Y 座標点
0.00	-0.25
1.76	-0.25
2.64	-0.20
3.49	0.04
4.27	0.22
4.96	0.54
5.56	0.93
6.06	1.34
6.41	1.83
6.79	2.23

7.04	2.89
7.22	3.15

表 IV

13.24	R1	上方ランド半径
3.70	R2	第1のランドの内半径
1.87	R3	第1のランドの外半径
1.87	R4	第2のランドの外逃げ半径
2.02	R5	第2のランドの内逃げ半径
2.02	R6	第2のランドの内半径
1.20	R7	第2のランドの外半径
1.20	R8	第3のランドの外逃げ半径
2.02	R9	第3のランドの内逃げ半径
2.02	R10	第3のランドの内半径
1.06	R11	第3のランドの外半径
15.28	Y1	第1、第2ランドの表面間距離
3.42	Y3	上方ランドの外側厚さ
2.18	Y7	第2のランドの外側厚さ
6.81	Y11	下方ランドの外側厚さ
29.01	Y12	第1、第3ランドの表面間距離
64.14	CY2	外側構成角度の頂点の位置
11.70	CY3	上方ランドの半径の中心位置

67.652368	AN1	ランド表面の角度	5.77	2.30
28.722320	AN2	ランドの下側角度	6.18	2.69
0.43	D1	外側の角度の測定点		
0.97	D2	上方ランド半径のオフセット		
4.09	D3	ランドの幅		
0.22	D4	下オフセット距離		
.853669	A1	内側構成角度		
17.652368	A2	外側構成角度		

楕円形フィレット X、Y 座標点

根元部 X 座標点	根元部 Y 座標点
0.00	-0.22
1.51	-0.22
2.26	-0.17
2.98	-0.03
3.65	0.18
4.24	0.47
4.75	0.79
5.18	1.15
5.53	1.52
5.81	1.91

表 V

11.17	R1	上方ランド半径
3.12	R2	第1のランドの内半径
1.58	R3	第1のランドの外半径
1.58	R4	第2のランドの外逃げ半径
1.70	R5	第2のランドの内逃げ半径
1.70	R6	第2のランドの内半径
1.01	R7	第2のランドの外半径
1.01	R8	第3のランドの外逃げ半径
1.70	R9	第3のランドの内逃げ半径
1.70	R10	第3のランドの内半径
0.90	R11	第3のランドの外半径
12.88	Y1	第1、第2ランドの表面間距離
2.89	Y3	上方ランドの外側厚さ
1.82	Y7	第2のランドの外側厚さ
5.47	Y11	下方ランドの外側厚さ
24.46	Y12	第1、第3ランドの表面間距離
57.04	CY2	外側構成角度の頂点の位置
9.87	CY3	上方ランドの半径の中心位置

67.652368	AN1	ランド表面の角度
28.72232	AN2	ランドの下側角度
0.65	D1	外側の角度の測定点
0.82	D2	上方ランド半径のオフセット
3.42	D3	ランドの幅
0.18	D4	下オフセット距離
.853669	A1	内側構成角度
16.652368	A2	外側構成角度

楕円形フィレット X、Y 座標点

根元部 X 座標点	根元部 Y 座標点
0.00	-0.18
1.81	-0.18
2.34	-0.14
3.04	0.03
3.67	0.21
4.22	2.18
4.69	0.77
5.07	1.09
5.38	1.44
5.62	1.78

5.79 2.12
5.92 2.45

表 VI

9.42	R1	上方ランド半径
2.63	R2	第1のランドの内半径
1.33	R3	第1のランドの外半径
1.33	R4	第2のランドの外逃げ半径
1.44	R5	第2のランドの内逃げ半径
1.44	R6	第2のランドの内半径
0.85	R7	第2のランドの外半径
0.85	R8	第3のランドの外逃げ半径
1.44	R9	第3のランドの内逃げ半径
1.44	R10	第3のランドの内半径
0.76	R11	第3のランドの外半径
10.86	Y1	第1、第2ランドの表面間距離
2.43	Y3	上方ランドの外側厚さ
1.53	Y7	第2のランドの外側厚さ
4.61	Y11	下方ランドの外側厚さ
20.62	Y12	第1、第3ランドの表面間距離
48.08	CY2	外側構成角度の頂点の位置
8.32	CY3	上方ランドの半径の中心位置

67.652368	AN1	ランド表面の角度	4.88	1.94
28.722320	AN2	ランドの下側角度	4.99	2.22
0.55	D1	外側の角度の測定点		
0.55	D2	上方ランド半径のオフセット		
2.88	D3	ランドの幅		
0.15	D4	下オフセット距離		
.853669	A1	内側構成角度		
16.652368	A2	外側構成角度		

楕円形フィレット X、Y 座標点

根元部 X 座標点	根元部 Y 座標点
0.00	0.00
1.36	0.00
1.97	0.04
2.56	0.15
3.09	0.33
3.56	0.55
3.95	0.81
4.27	1.08
4.53	1.36
4.73	1.65

表 VII

7.95	R1	上方ランド半径
2.22	R2	第1のランドの内半径
1.12	R3	第1のランドの外半径
1.12	R4	第2のランドの外逃げ半径
1.21	R5	第2のランドの内逃げ半径
1.21	R6	第2のランドの内半径
0.72	R7	第2のランドの外半径
0.72	R8	第3のランドの外逃げ半径
1.21	R9	第3のランドの内逃げ半径
1.21	R10	第3のランドの内半径
0.64	R11	第3のランドの外半径
9.16	Y1	第1、第2ランドの表面間距離
2.05	Y3	上方ランドの外側厚さ
1.29	Y7	第2のランドの外側厚さ
3.97	Y11	下方ランドの外側厚さ
17.40	Y12	第1、第3ランドの表面間距離
42.94	CY2	外側構成角度の頂点の位置
6.68	CY3	上方ランドの半径の中心位置

67.652368	AN1	ランド表面の角度
28.72232	AN2	ランドの下側角度
0.67	O1	外側の角度の測定点
0.58	O2	上方ランド半径のオフセット
2.40	O3	ランドの幅
0.13	O4	下オフセット距離
.853669	A1	内側構成角度
15.652368	A2	外側構成角度

楕円形フィレット X、Y 座標点

根元部 X 座標点	根元部 Y 座標点
0.00	-0.13
1.54	-0.13
2.07	-0.09
2.56	0.005
3.02	0.15
3.41	0.35
3.74	0.56
4.01	0.80
4.22	1.04
4.39	1.28

4.51	1.53
4.60	1.77

表 VIII

15.48	R1	上方ランド半径
4.32	R2	第1のランドの内半径
2.36	R3	第1のランドの外半径
2.36	R4	第2のランドの外逃げ半径
2.16	R5	第2のランドの内逃げ半径
2.16	R6	第2のランドの内半径
1.60	R7	第2のランドの外半径
1.60	R8	第3のランドの外逃げ半径
2.16	R9	第3のランドの内逃げ半径
2.16	R10	第3のランドの内半径
1.45	R11	第3のランドの外半径
3.81	R12	下方ランド半径
17.85	Y1	第1、第2ランドの表面間距離
3.72	Y3	上方ランドの外側厚さ
2.24	Y7	第2のランドの外側厚さ
8.17	Y11	下方ランドの外側厚さ
33.90	Y12	第1、第3ランドの表面間距離
75.74	CY2	外側構成角度の頂点の位置

13.32	CY3	上方ランドの半径の中心位置
67.652368	AN1	ランド表面の角度
28.72232	AN2	ランドの下側角度
0.07	D1	外側の角度の測定点
1.26	D2	上方ランド半径のオフセット
4.77	D3	ランドの幅
0.00	D4	下オフセット距離
.853669	A1	内側構成角度
17.652368	A2	外側構成角度

表 IX

13.21	R1	上方ランド半径
3.70	R2	第1のランドの内半径
2.02	R3	第1のランドの外半径
2.02	R4	第2のランドの外逃げ半径
1.85	R5	第2のランドの内逃げ半径
1.85	R6	第2のランドの内半径
1.37	R7	第2のランドの外半径
1.37	R8	第3のランドの外逃げ半径
1.85	R9	第3のランドの内逃げ半径
1.85	R10	第3のランドの内半径
1.24	R11	第3のランドの外半径
3.26	R12	下方ランド半径
15.28	Y1	第1、第2ランドの表面間距離
3.14	Y3	上方ランドの外側厚さ
1.87	Y7	第2のランドの外側厚さ
7.02	Y11	下方ランドの外側厚さ
29.01	Y12	第1、第3ランドの表面間距離
64.14	CY2	外側構成角度の頂点の位置

11.35	CY3	上方ランドの半径の中心位置
67.652368	AN1	ランド表面の角度
28.72232	AN2	ランドの下側角度
-0.003	D1	外側の角度の測定点
1.10	D2	上方ランド半径のオフセット
4.58	D3	ランドの幅
0.00	D4	下オフセット距離
0.853669	A1	内側構成角度
17.652368	A2	外側構成角度

表 X

15.48	R1	上方ランド半径
4.32	R2	第1のランドの内半径
2.36	R3	第1のランドの外半径
2.36	R4	第2のランドの外逃げ半径
2.16	R5	第2のランドの内逃げ半径
2.16	R6	第2のランドの内半径
1.60	R7	第2のランドの外半径
1.60	R8	第3のランドの外逃げ半径
2.16	R9	第3のランドの内逃げ半径
2.16	R10	第3のランドの内半径
1.45	R11	第3のランドの外半径
17.85	Y1	第1、第2ランドの表面間距離
3.72	Y3	上方ランドの外側厚さ
2.24	Y7	第2のランドの外側厚さ
8.17	Y11	下方ランドの外側厚さ
33.90	Y12	第1、第3ランドの表面間距離
75.74	CY2	外側構成角度の頂点の位置
13.32	CY3	上方ランドの半径の中心位置

67.652368	AN1	ランド表面の角度	7.27	2.94
28.72232	AN2	ランドの下側角度	7.45	3.40
0.07	D1	外側の角度の測定点		
1.26	D2	上方ランド半径のオフセット		
4.77	D3	ランドの幅		
0.00	D4	下オフセット距離		
.853669	A1	内側構成角度		
17.652368	A2	外側構成角度		

楕円形フィレット X、Y 座標点

溝の X 座標点	溝の Y 座標点
0.00	0.00
1.99	0.00
2.88	0.06
3.72	0.22
4.50	0.47
5.19	0.80
5.79	1.18
6.29	1.60
6.70	2.04
7.02	2.48

表 X1

13.21	R1	上方ランド半径
3.70	R2	第1のランドの内半径
2.02	R3	第1のランドの外半径
2.02	R4	第2のランドの外逃げ半径
1.85	R5	第2のランドの内逃げ半径
1.85	R6	第2のランドの内半径
1.37	R7	第2のランドの外半径
1.37	R8	第3のランドの外逃げ半径
1.85	R9	第3のランドの内逃げ半径
1.85	R10	第3のランドの内半径
1.24	R11	第3のランドの外半径
15.28	Y1	第1、第2ランドの表面間距離
3.4	Y3	上方ランドの外側厚さ
1.87	Y7	第2のランドの外側厚さ
7.02	Y11	下方ランドの外側厚さ
29.01	Y12	第1、第3ランドの表面間距離
64.14	CY2	外側構成角度の頂点の位置
11.35	CY3	上方ランドの半径の中心位置

67.652368	AN1	ランド表面の角度
28.722320	AN2	ランドの下側角度
0.003	D1	外側の角度の測定点
1.10	D2	上方ランド半径のオフセット
4.08	D3	ランドの幅
0.00	D4	下オフセット距離
.853669	A1	内側構成角度
17.652368	A2	外側構成角度

楕円形フィレット X、Y 座標点

溝の X 座標点	溝の Y 座標点
0.00	0.00
1.93	0.00
2.48	0.05
3.20	0.19
3.87	0.40
4.46	0.68
4.97	1.01
5.40	1.37
5.75	1.74
6.03	2.13

表 XII

6.24 2.52
6.40 2.91

10.99 R1 上方ランド半径
2.99 R2 第1のランドの内半径
1.70 R3 第1のランドの外半径
1.70 R4 第2のランドの外逃げ半径
1.58 R5 第2のランドの内逃げ半径
1.58 R6 第2のランドの内半径
1.14 R7 第2のランドの外半径
1.14 R8 第3のランドの外逃げ半径
1.58 R9 第3のランドの内逃げ半径
1.58 R10 第3のランドの内半径
1.03 R11 第3のランドの外半径
12.88 Y1 第1、第2ランドの表面間距離
2.72 Y3 上方ランドの外側厚さ
1.56 Y7 第2のランドの外側厚さ
5.69 Y11 下方ランドの外側厚さ
24.48 Y12 第1、第3ランドの表面間距離
57.64 CY2 外側構成角度の頂点の位置
9.74 CY3 上方ランドの半径の中心位置

67.652368 AN1 ランド表面の角度 5.93 2.30
28.72232 AN2 ランドの下側角度 8.06 2.64
0.53 D1 外側の角度の測定点
0.82 D2 上方ランド半径のオフセット
3.41 D3 ランドの幅
0.00 D4 下オフセット距離
.853669 A1 内側構成角度
16.652368 A2 外側構成角度

楕円形フィレット X、Y 座標点

溝の X 座標点	溝の Y 座標点
0.00	0.00
1.95	0.00
2.48	0.05
3.18	0.18
3.81	0.39
4.36	0.66
4.83	0.96
5.21	1.28
5.52	1.62
5.76	1.96

表 XIII

9.24	R1	上方ランド半径
2.50	R2	第1のランドの内半径
1.46	R3	第1のランドの外半径
1.46	R4	第2のランドの外逃げ半径
1.31	R5	第2のランドの内逃げ半径
1.31	R6	第2のランドの内半径
0.98	R7	第2のランドの外半径
0.98	R8	第3のランドの外逃げ半径
1.31	R9	第3のランドの内逃げ半径
1.31	R10	第3のランドの内半径
0.88	R11	第3のランドの外半径
10.88	Y1	第1、第2ランドの表面間距離
2.18	Y3	上方ランドの外側厚さ
1.28	Y7	第2のランドの外側厚さ
4.81	Y11	下方ランドの外側厚さ
20.82	Y12	第1、第3ランドの表面間距離
48.68	CY2	外側構成角度の頂点の位置
8.19	CY3	上方ランドの半径の中心位置

67.652368	AN1	ランド表面の角度
28.722320	AN2	ランドの下側角度
0.42	D1	外側の角度の測定点
0.69	D2	上方ランド半径のオフセット
2.87	D3	ランドの幅
0.00	D4	下オフセット距離
.853669	A1	内側構成角度
16.652368	A2	外側構成角度
楕円形フィレット X、Y 座標点		

溝の X 座標点	溝の Y 座標点
0.00	0.00
1.50	0.00
2.11	0.04
2.70	0.15
3.23	0.33
3.70	0.55
4.09	0.81
4.41	1.08
4.67	1.36
4.87	1.65

5.02	1.94
5.13	2.22

表 XIV

7.77	R1	上方ランド半径
2.09	R2	第1のランドの内半径
1.25	R3	第1のランドの外半径
1.25	R4	第2のランドの外逃げ半径
1.08	R5	第2のランドの内逃げ半径
1.08	R6	第2のランドの内半径
0.84	R7	第2のランドの外半径
0.84	R8	第3のランドの外逃げ半径
1.08	R9	第3のランドの内逃げ半径
1.08	R10	第3のランドの内半径
0.77	R11	第3のランドの外半径
9.16	Y1	第1、第2ランドの表面間距離
1.80	Y3	上方ランドの外側厚さ
1.04	Y7	第2のランドの外側厚さ
4.14	Y11	下方ランドの外側厚さ
17.40	Y12	第1、第3ランドの表面間距離
43.58	CY2	外側構成角度の頂点の位置
6.55	CY3	上方ランドの半径の中心位置

67.652368	AN1	ランド表面の角度	4.66	1.65
28.72232	AN2	ランドの下側角度	4.74	1.90
0.54	D1	外側の角度の測定点		
0.58	D2	上方ランド半径のオフセット		
2.39	D3	ランドの幅		
0.00	D4	下オフセット距離		
.853669	A1	内側構成角度		
15.652368	A2	外側構成角度		

楕円形フィレット X、Y 座標点

溝の X 座標点	溝の Y 座標点
0.00	0.00
1.69	0.00
2.21	0.03
2.71	0.13
3.16	0.26
3.55	0.47
3.88	0.69
4.15	0.92
4.37	1.17
4.53	1.41

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明が適用される蒸気タービン用の真直ぐな側入口タービン翼の斜視図、第2図は第1図のタービン翼の根元部の部分斜視図、第3図は第1図のタービン翼が嵌合するロータの尖塔状部の部分図、第4図は本発明による根元部とロータの溝とが互いに嵌合した状態を示す図、第5図は本発明による翼の根元部又はロータの溝の輪郭図、第6図はロータの尖塔状部に嵌合した翼の根元部の部分断面図である。

110は尖塔状部である。

出願人：ウエスチングハウス・エレクトリック・コーポレーション

代理人：加藤 紘一郎（ほか1名）

11は側入口タービン翼、13は根元部、15はエアフォイル部、17はブラットホーム部、19はロータの溝、21はロータ、23は上方のこ歯状部分、25は中間のこ歯状部分、27は下方のこ歯状部分、31は上方タング、33は上方フィレット、35は上方ランド、36は中間タング、37は中間フィレット、41は中間ランド、43は下方タング、45は下方フィレット、47は下方ランド、100は対称軸、

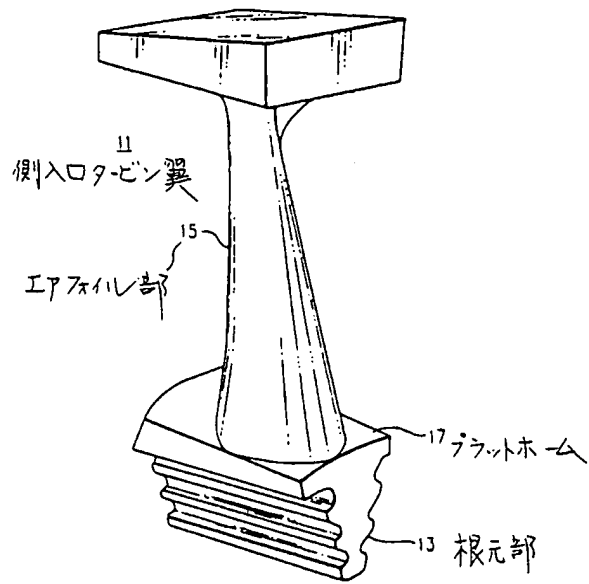


FIG. 1

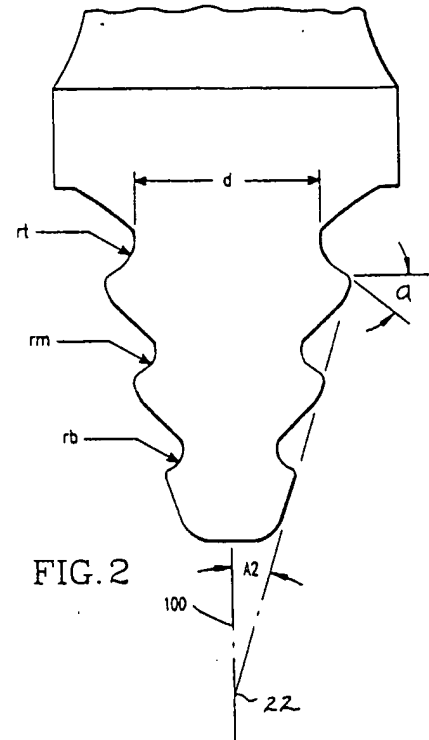


FIG. 2

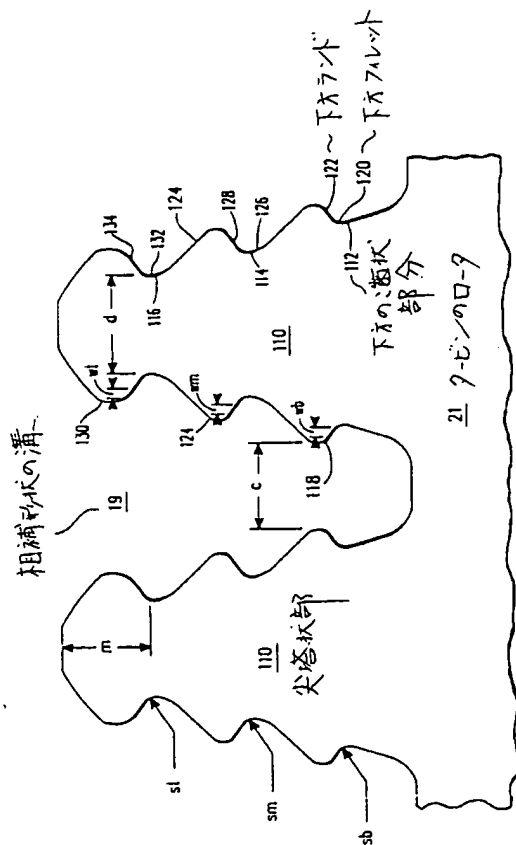


FIG. 3

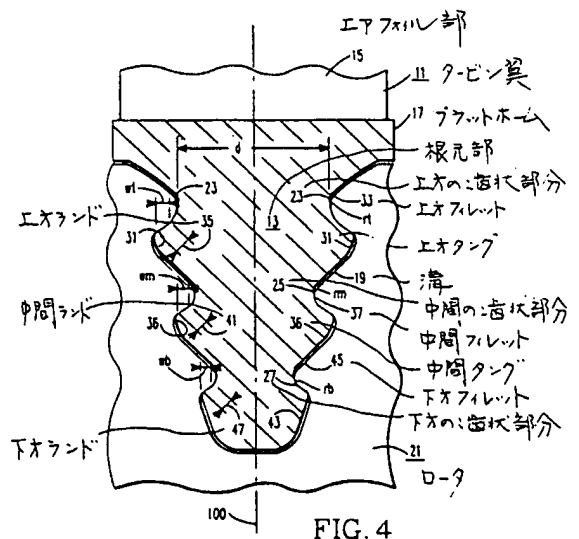


FIG. 4

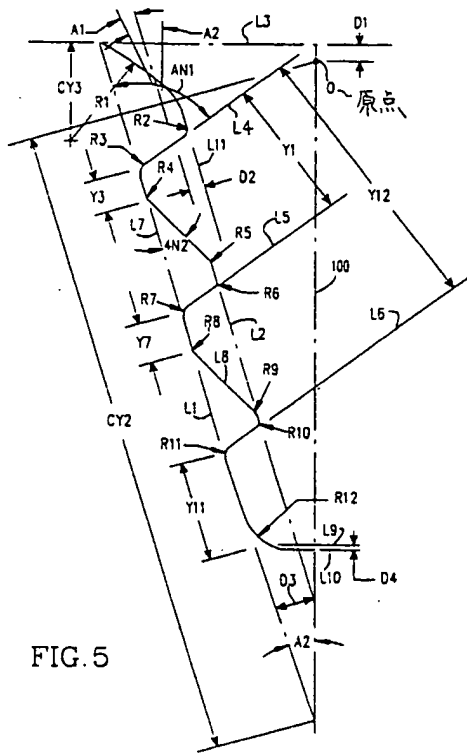


FIG. 5

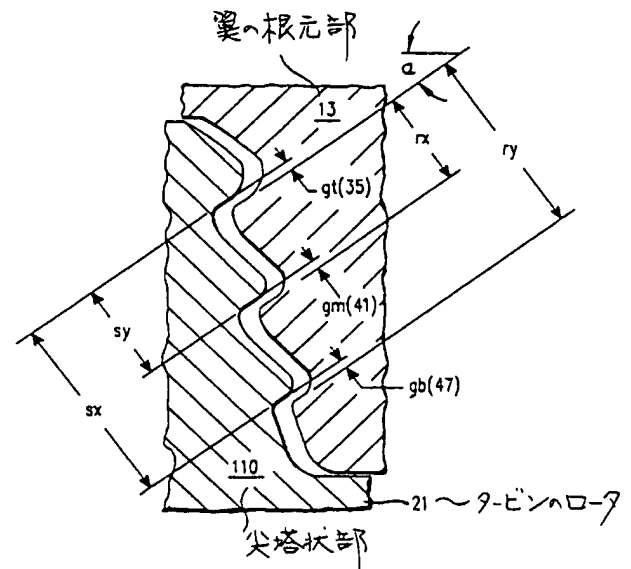


FIG. 6